

SECADO DE ESPECIES AROMÁTICAS EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. FACTIBILIDAD DEL RECURSO SOLAR.

Curioni, A; Righini, R.; Antelo, O.; Alfonso, W.
Universidad Nacional de Luján. E-mail: aroma@fullzero.com.ar/mora@mail.unlu.edu.ar

RESUMEN: Se estudia la producción de especias aromáticas y la factibilidad técnica y económica para el empleo de un secador solar indirecto por convección forzada en el procesamiento de las siguientes especies: menta inglesa, romero, tomillo, albahaca, orégano (mendozana y criollo) y menta japonesa, en el partido de Luján (Bs. As.). Se ha aprovechado de la experiencia existente sobre un secadero desarrollado por el Instituto INENCO (Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional) destinado al secado de pimiento en la Provincia de Salta. Los resultados obtenidos permiten concluir que es factible en principio, secar estas especies empleando energía solar con un mínimo costo por kg. producido, usando una tecnología simple y de impacto ambiental mínimo.

Palabras clave: energía solar, secado, aromáticas.

INTRODUCCIÓN

La producción de hierbas aromáticas y/o medicinales destinadas a la obtención de hojas y/o sumidades florales tiene en la Argentina una larga historia en las denominadas “zonas tradicionales” tales como Mendoza, San Juan, Córdoba, Salta, etc.; la provincia de Buenos Aires se destaca por la producción de manzanilla en el oeste bonaerense y el norte de la misma. Las necesidades de diversificación productiva de los pequeños y medianos productores de la Pampa Húmeda han conducido a la búsqueda de alternativas de producción rentables en dichas superficies surgiendo como inquietud la producción de especias aromáticas tales como orégano, tomillo, estragón, menta, etc. que permitirían retornos promedios superiores a los 2000u\$/ha/año. La falta o escasez de información acerca de los rendimientos esperados y de los factores agroedafoclimáticos que favorecen el crecimiento, desarrollo y producción económica de estas especies condiciona la incorporación de estas alternativas en las rotaciones agrícolas de la región. Un factor condicionante de la producción, ya que incide directamente en la calidad del producto a comercializar, por medio de “sus propiedades naturales de color, sabor, aroma y buena calidad de esencia”, es la elevada humedad ambiental característica de esta región lo cual condiciona e incluso imposibilita el secado natural del material verde cosechado. El deterioro de la calidad se produce principalmente por el inicio de procesos fermentativos aeróbicos que produce un aumento rápido en la temperatura de su masa, proliferación de bacterias y hongos y enmohecimiento y ennegrecimiento total o parcial del material a secar. Los componentes celulares sufren hidrólisis y oxidaciones en presencia de contenidos de agua importante los cuales cesan cuando el porcentaje de humedad es cercano al 10%.

Esta situación conduce a una necesaria disponibilidad de equipos de secado por lo cual se debe disponer de recursos energéticos que posibiliten su funcionamiento. Las experiencias en manzanilla, principal especie aromática de la Argentina, han favorecido el armado de secaderos de grandes dimensiones que emplean como combustible al gasoil y en los últimos años al gas envasado y el gas natural, todos ellos, además de su elevado costo incorporan, especialmente el primero, residuos de la combustión al material deshidratado.

El análisis del empleo de energías alternativas de bajo costo y no contaminantes para realizar el secado, como es la energía solar, un recurso natural renovable que se está empleando en las “zonas tradicionales” de producción, incrementaría la viabilidad económica de estos cultivos obteniendo un producto comercial de elevada calidad y menores costos de secado.

OBJETIVOS.

General: Aportar a la determinación de la factibilidad del secado de hierbas empleando un secador solar

Específicos:

- Determinar el rendimiento en peso húmedo y seco así como el contenido de agua de la planta fresca y analizar la evolución de la pérdida de agua en el tiempo de las especies bajo estudio.
- Cuantificar el costo energético solar para la remoción del líquido mencionado.
- Estudiar el desempeño característico de un secador solar indirecto por convección forzada en el Partido de Luján (Bs. As.).
- Dimensionar y cuantificar económicamente la construcción del secador solar.
- para: menta inglesa, romero, tomillo, albahaca, orégano (mendozana y criollo) y menta japonesa.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Material biológico empleado y procedimientos

En el campo experimental de la UNLu (34° S; 59° 7'W; 29 m.s.n.m.) se condujeron parcelas experimentales cultivos aromáticos, los cortes de tomillo, menta piperita y romero de la campaña 98/99 correspondían a parcelas de varios años de implantación realizándose los cortes el 22/4/98 para romero, 23/4/98 para tomillo y el 3/5/98 para menta. El material fue cortado manualmente y fraccionado en pequeñas muestras, se determinó el peso húmedo (PH) y se colocó en estufa con circulación de aire forzado a 35°C hasta peso constante determinándose el peso seco (PS). Con el objeto de construir las curvas de secado se determinó el peso seco de las muestras cada 60 minutos.

En octubre de 1999 se implantaron parcelas de orégano mendozana y criollo, tomillo y menta arvensis en Luján; para el deshidratado de albahaca se empleó material proveniente de Villa Mercedes, San Luis, sembrado el 12 de noviembre. Los cultivos fueron sometidos a corte en las siguientes fechas:

Cultivos, cosecha 99/00	Fecha de corte	Nro de plantas cosechadas	Longitud (m) cosechada
Orégano criollo (1er corte)	20/12/99	61	-
Orégano Mendoza (1er corte)	20/12/99	27	-
Orégano criollo (2do corte)	06/03/00	20	5,7
Orégano Mendoza (2do corte)	23/04/00	8	-
Menta Japonesa	23/02/00	19	4,20
Tomillo	23/04/00	8	-
Albahaca	10/02/00	-	60

Tabla N° 1: Fechas de corte, número de plantas cosechadas y longitud para las especies aromáticas analizadas

Los cortes se realizaron en forma manual dejando un remanente de 5 a 10 cm para favorecer el rebrote, todo el material fue pesado, tomándose una alícuota que en sobres y/o bandejas fue colocada en una estufa con circulación de aire forzado a 35 °C hasta que alcanzó peso constante. Una vez colocados los cortes en la estufa, se realizó el seguimiento de la pérdida de peso para establecer la curva de deshidratado. Alcanzado el peso constante, se pesó el material seco, se trilló para separar hojas de tallo, pesándose ambas partes (g de hojas y/o inflorescencias/muestra) para luego estimar el rendimiento económico de estos cultivos así como el contenido de humedad en base húmeda ($H_{bh} = (PH-PS)/PH$), donde PH es el peso húmedo.

METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL RECURSO SOLAR.

Dado que el calendario de cosechas para las especies analizadas se extiende durante los meses de marzo-abril, y diciembre-enero, los datos meteorológicos (Fuerza Aérea Argentina, 1992) y de radiación (Grossi Gallegos, 1998) del partido de Luján utilizados fueron los correspondientes a esos períodos. La temperatura media diurna fue calculada como el promedio entre la temperatura media mensual y la máxima media mensual. La radiación corresponde a la recibida por un plano horizontal promediada entre las 10 y las 15 hs, consideradas como el horario de trabajo del secador.

Sistema seleccionado para el secado:

La elección de este sistema tiene que ver con varias ventajas comparativas (Saravia et al., 1998):

- 1) El sistema de colección solar es de bajo costo y de muy sencilla instalación.
- 2) Al ser un sistema ensayado, sus curvas de eficiencia pueden utilizarse para evaluar su rendimiento en otras condiciones.
- 3) Es fácil de adosar a una cámara de secado, que asumimos ya existente

Descripción del equipo

El equipamiento consta de una cubierta construida con plástico transparente térmico anti UV (Mascia, 1974), con un espesor de 150 μ m, lo que garantiza una vida útil prolongada. Esta tiene forma de arco, y se encuentra sostenida por una malla metálica. En la base de los colectores se coloca una capa aislante de poliestireno expandido u otro aislante térmico de probada eficacia, y sobre ella piedras de color oscuro recubiertas con pintura asfáltica de larga duración, o un plástico negro que funcionará como material absorbente de la radiación. El aislante tiene por objetivo disminuir las pérdidas de calor hacia el suelo. El aire entra a temperatura ambiente por el extremo abierto del colector y es forzado a ingresar en la cámara de secado por un ventilador. En el trayecto el aire se calienta y al ingresar a la cámara a una temperatura elevada seca por convección al producto que se encuentra expuesto en bandejas extrayendo agua del material e incorporándola a la fase gaseosa (aire), la que no se recicla. (Saravia et al, 1998).

Dimensionamiento del colector

Por dimensionamiento del colector se entiende determinar el área de colección necesaria para obtener la temperatura de salida del aire, preestablecida en base a consideraciones sobre el producto a secar. Para ello deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Temperatura del aire a la salida del colector o entrada de la cámara de secado (T_s)

- Temperatura ambiente promedio durante el período de funcionamiento (T_a).
- Radiación solar media (I) en plano horizontal durante el proceso de secado.
- Velocidad de circulación del aire.
- Ancho y alto del colector solar.

En todos los casos estudiados, la temperatura de salida del aire fijada fue 40°C. Esto se debe a que las especies aromáticas elegidas presentan un límite superior para su temperatura de secado, después del cual sus propiedades son afectadas (ITEIPMAI, 1992; Garrido, M. *et al.* 1988; Cruioni A. 1998)

Esquema del secador

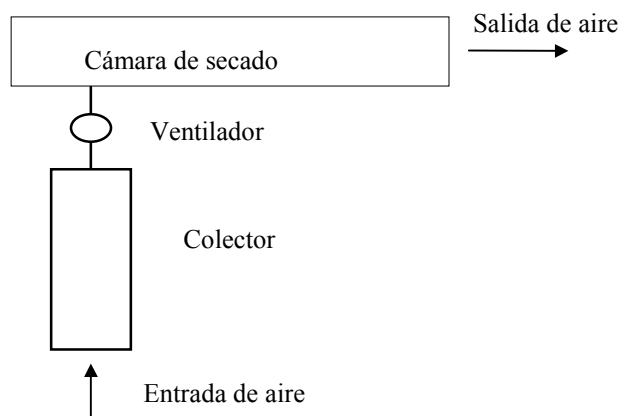


Figura N° 1: Esquema de funcionamiento del colector

El ancho elegido para el colector fue de 1,5 m y su altura de 0,3 m.

La velocidad de circulación del aire fue establecida en 2 m/s basándonos en la experiencia previa acumulada con dicho tipo de secador. La potencia del ventilador debe ser de 400 W. Los datos del partido de Luján son:

Mes	Temperatura media diurna (°C)	Radiación media diurna entre 10 y 15 hs ($W.h/m^2$)
Diciembre	25,3	790
Enero	27,45	790
Marzo	23,3	600
Abril	19,6	480

Tabla N° 2: Datos climáticos empleados para los meses de Diciembre-Abril en el partido de Luján.

Con la curva de eficiencia del colector en función del salto térmico y la radiación incidente se obtuvo el gasto por unidad de área (Gm) para los diferentes meses, y con este valor el largo del colector de acuerdo al citado trabajo de Saravia (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Producción y rendimiento de los cultivos deshidratados en la campaña 99/00.

Cultivos	NPD	NPC	PH (kg/ha)	Hbh	PS (kg/ha)	PSH (kg/ha)
Orégano criollo (1er corte)	7	61	4458,00	0,54	2054,5	1150,5
Orégano criollo (2do corte)	4	20	15816,5	0,77	3709,0	2097,00
Orégano Mendozana (1er corte)	5	27	3171,86	0,59	1310,25	773,81
Orégano Mendozana (2do corte)	3	8	18602,13	0,79	3962,25	2523,71
Menta japonesa	7	12	10111,66	0,73	2766,51	1842,02
Albahaca	-	-	12013,00	0,87	1621,58	-

Tabla N° 3: N° de plantas deshidratadas (NPD) y N° de plantas cosechadas (NPC), peso húmedo (PH), contenido de humedad en base húmeda (Hbh) y peso seco total (PS) y peso seco de hojas (PSH).

En el orégano de implantación primaveral, el 2do corte resulta 3,5 y 5,9 veces superior al 1er corte para criollo y mendozaana respectivamente, estas diferencias se atribuyen a las buenas condiciones ambientales especialmente hídricas, sin embargo estas notorias diferencias se reducen en cuanto a el PSh que es de 1,8 y 3,26 veces mayor el criollo y el mendozaana respectivamente. El contenido de agua fue muy superior en el 2do corte de ambos cultivares. En relación a los rendimientos económicos (PSH) de todos los cultivos son muy alentadores pues son similares o incluso superiores a los de las zonas tradicionales aunque con una ventaja competitiva respecto a la cercanía a los mercados consumidores dado los costos de transporte y su baja relación peso/volumen.

Gastos y dimensiones del colector

Mes	$(T_s-T_a)/I$	Gm	Largo (m)
Diciembre	0,019	0,019	25
Enero	0,016	0,022	20
Marzo	0,028	0,011	40
Abril	0,043	0,002	225

Tabla N° 4: Gastos y dimensiones del colector para los distintos meses analizados.

Masa de agua evaporable.

En base a los datos de humedad relativa y absoluta de la zona en los períodos considerados (Servicio Meteorológico Nacional, 1992), y a la evolución psicrométrica del aire a lo largo de su recorrido por todo el sistema, se determinó el salto de humedad factible a la salida de la cámara de secado. Para ello se fijó la humedad relativa final del aire en un 70% con el objeto de evitar que el mismo condense en la cámara. Con el salto de humedad determinado y el gasto de aire establecido se calculó la masa de agua evaporable en un período de 5 horas de trabajo entre las 10 y las 15. En todos los casos el resultado obtenido es de aproximadamente 50 kg de agua evaporada por día y por tira de colector solar, entendiéndose por tira a un colector del largo calculado anteriormente.

Curvas de secado

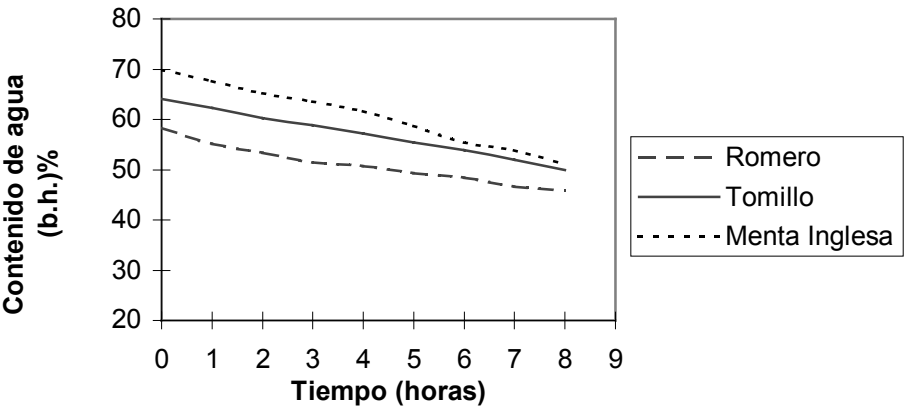


Gráfico N°1: Curva de secado. Campaña 1999

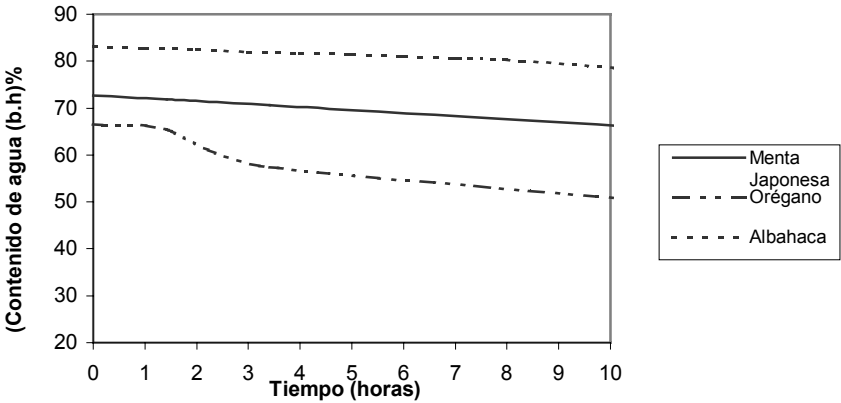


Gráfico N°2: Curva de secado. Campaña 2000.

Teniendo en cuenta estas curvas se estima la cantidad de producto que puede ser secado por día y por tira de colector solar, estableciendo que la planta debe quedar con un contenido de agua del 12% (Normas ISO 939, 7925, 6754).

Campaña	Especie	Rendimiento (kg/día/colector)
1998/1999	Menta Inglesa (<i>Mentha piperita</i> L.)	85
	Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i> L.)	95
	Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	110
1999/2000	Orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.)	93
	Menta japonesa (<i>Mentha arvensis</i> L.)	82
	Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	71

Tabla N° 5: Cantidad de producto que secado por día y por tira de colector solar

COSTOS

Se estimarán los costos de construcción y operación del secador, analizando el costo inicial de inversión y de mantenimiento.

Costos de construcción del colector

Colector	Cantidad	Costo(\$)
Plástico	100 m ²	100
malla metálica para soporte	85 m ²	60
aislante (2 cm de espesor)	60 m ²	50
piedra absorbente	2 Tn	10
Ventilador	1	350
Total		570

Tabla N° 6: Costos de construcción del colector

Costos de operación y funcionamiento anualizados (diez años, 10% de interés)

Costo inicial	100\$
Renovación del plástico cada dos años	50\$
Consumo de electricidad (para 60 días de trabajo al año) 120 kW.h/año	40\$
Total	190\$

Tabla N° 7: Costos de operación y funcionamiento anualizados

Costo por kilogramo de producto secado

Cultivo	Rendimiento esperado en la cosecha (kg/ha/corte)	Peso fresco secado (kg por tira de colector/60 días)	Número de ha. capaces de ser procesadas por 10 tiras de colector en un lapso de 60 días	Costo de secado(\$)/kg producido
Menta inglesa	12000	5100	4,3	0,04
Tomillo	7000	5700	8,1	0,03
Romero	10000	6600	6,6	0,03
Orégano	10512	5580	5,3	0,03
Menta japonesa	10111	4920	4,9	0,04
Albahaca	12013	4260	3,5	0,05

Tabla N° 8: Rendimientos esperados en la cosecha, peso fresco secado, hectáreas procesadas por tira de colector y costo de secado para cada una de las especies analizadas.

CONCLUSIONES

El estudio de factibilidad demuestra que teóricamente es posible emplear un secadero solar para las hierbas aromáticas analizadas en la zona del Partido de Luján con un costo agregado bajo por kg producido, empleando una tecnología muy sencilla, económica y de mínimo impacto ambiental. La cantidad de peso fresco secado para cada una de las especies analizadas determina que un colector constituido por 10 tiras puede en principio secar una número importante de hectáreas, con un costo muy reducido, pudiendo combinarse la alternativa de secado solar con una técnica convencional, apuntando a la disminución de gastos y a poder disponer de una alternativa en el caso de que las condiciones climáticas para el secado solar sean desfavorables.

REFERENCIAS

- Arizio, O. y Curioni, A. 1994. "Análisis de mercado y tecnología de producción de menta". Proyecto de Diversificación Productiva. Serie B - N° 2. SAGPyA - INTA
- Arizio, O., Curioni, A. y Sanchez Vallduvi, G. 1996. "Economía, producción y mercado del orégano". 3eras Jornadas de Actualización en cultivos no convencionales, aromáticos y medicinales. UNLu-INTA Pergamino.
- Correa, J. C.; Ming, L.C. y Scheffer, M. C. 1994. "Cultivo de plantas medicinales, condimentares e aromáticas". FUNESP-UNESP. Brasil.
- Curioni, A.; Arizio, O. y Alfonso, W. 1994. "El estragón francés (*Artemisia dracunculus* L.). Producción, tecnología y mercado". 2das Jornadas de Actualización en cultivos no convencionales, aromáticos y medicinales. UNLu-INTA Pergamino.
- Curioni, A. 1998. "Secado de hierbas aromáticas y medicinales". Ingeniería Rural y Mecanización Agraria en el ámbito Latinoamericano. Editorial Board, pp 378-400,
- Garrido, M. *et al.* 1988. "Fungal contamination in commercial spices". Alimentaria, 25:189,81,83-84.
- Grossi Gallegos, H. 1998. "Evaluación a nivel de superficie de la radiación solar global en la República Argentina". Tesis presentada para acceder al título de Doctor en la Universidad Nacional de Luján, 180 p. Inédita
- ITEIPMAI. 1992. "Sauge officinale (Salvia Officinales)". N° 4.
- ITEIPMAI. 1992. "Origan (Origanum majorama L.)" N° 8.
- ITEIPMAI. 1992. "Verveine odorante (Lippia citriodora H. B. et K)" . N° 10.
- ITEIPMAI. 1992. "Basilic (Ocimum basilicum L.)" N° 5.
- ITEIPMAI. 1992. "Petite absinthi (Artemisia poutica L.)" . N° 1.
- Mascia, L. 1974. Los efectos de los aditivos en los plásticos. Editorial Index, Barcelona, pp. 167-183.
- Muñoz, F. 1993. "Plantas medicinales y aromáticas. Estudio, cultivo y procesado". Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- Saravia, L. *et al.* 1998. "Ejemplos de secadores, Ingeniería del Secado Solar", pp. 12-41 -12-50. Editores R. , M. Horn, R. Román y L. Saravia.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1992. Fuerza Aérea Argentina; "Estadísticas Climatológicas", 1981-1990, Serie B-N°37.

ABSTRACT: The factibility and use cost of an indirect solar drier by forced convection on peppermint, garden-thyme and wild marjoram drying is studied in the Department of Luján (Bs. As.). As a reference we took a drier developed and tried by the Institute INENCO (Research Institute for No Conventional Energy) on pepper drying, at the province of Salta. The dehidratated materials are garden-thyme , rosemary and English peppermint harvested on april. The study of factibility shows that theoretically it is possible to use a solar drier for aromatical herbs in the area of the Department of Luján with an low additional cost per kg of production, managing a very simple technology and with a minimum environmental impact.